

- Лукин А. В., Васянин К. С., Попов Ю. К. Малоценные и сорные рыбы Татарской Республики, их значение в промысле и пути хозяйственного использования.— Изв. Казан. фил. АН СССР, 1950, 2, с. 259—292.
- Мейер В. А. К вопросу о росте озерной и речной уклейки.— Рус. зоол. журн., 1929, 9, вып. 3, с. 122—131.
- Мельничук Г. Л. Живлення і кормові взаємовідношення молоді риб у Кременчуцькому водоймищі.— В кн.: Біологія риб Кременчуцького водоймища. К.: Наук. думка, 1970, с. 189—256.
- Милинский Г. И. Систематика и биология уклеи Сямозера.— Тр. Карело-фин. отд-ния ВНИОРХ, 1946, 2, с. 221—253.
- Опалатенко Л. К. Ихтиофауна бассейна верхнего Днестра: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Кишинев, 1967.— 26 с.
- Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб.— М.: Пищ. пром-сть, 1966.— 376 с.
- Сухойван П. Г. Размножения рыб у Кременчуцькому водоймищі.— В кн.: Біологія риб Кременчуцького водоймища. К.: Наук. думка, 1970, с. 34—119.
- Сыроватская Н. И. Материалы по плодовитости рыб р. Днепра.— Тр. ихтиол. опыт. ст., 1927, 3, вып. 1, с. 5—40.
- Bănărescu P. Pisces — Osteichthyes.— Bucuresti, 1964.— 959 p.— (Fauna Republicii Populare Romine; 13).
- Gąsowska M. Biometric and ecological studies on the Bleak, *Alburnus alburnus* (Linnaeus) (Pisces, Cyprinidae) from different bodies of water in Poland, in connection with the geographic variability of this species.— Ann. zool. PAN, 1974, 31, N 4, p. 373—405.
- Oliva O., Šafranek V. To systematics of the European Bleak, *Alburnus alburnus* (Linnaeus).— Vestn. Čsl. spol. Zool., 1962, 26, p. 324—328.
- Petrov W. V. Die geographische Variabilität von *Alburnus alburnus* L.— Zool. Anz., 1930, 68, H. 5/6, S. 141—150.

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена  
АН УССР

Поступила в редакцию  
17.IV 1981 г.

УДК 599.323.4:591.538

С. И. Золотухина

## ДИНАМИКА БИОХИМИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ПОЛЕВКИ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УССР

В процессе приспособления популяций грызунов к сезонным изменениям внешней среды меняется морфофизиологическая организация внутрипопуляционных групп и популяции в целом, что происходит в результате повышения или снижения уровня обмена веществ животных, то есть адаптивное значение многих особенностей организма проявляется именно в поддержании его энергетического баланса (Калабухов, 1946, 1969; Шварц и др., 1968; Емельянов, Золотухина, 1975). Учитывая, что любая адаптация проявляется на всех уровнях организации живого, интересно было расширить анализ этого явления с использованием более тонких биохимических методов.

Задачей наших исследований явилось изучение динамики содержания витаминов А и Е в организме, которые являются биологически активными веществами, непосредственно влияющими на плодовитость животных и их жизнеспособность, а также специфики накопления и расходования энергетических резервов (таких, как гликоген и жир) общественными полевками (*Microtus socialis* Pall.) в природных популяциях степной зоны Украины (Херсонская обл., Аскания-Нова). Работа проводилась с 1969 по 1975 г. Для количественного определения витаминов в печени был применен колориметрический метод (на ФЭК-56). Содержание витамина А (исследовано 235 животных) определяли методом, основанным на цветной реакции Карп-Прайса в модификации С. С. Шварца, Л. Г. Кротовой и В. С. Смирнова (1957). Содержание витамина Е (187 животных) проводили по методике Грина (Green, 1959), в основе которой лежит способ, предложенный Эммери и Энгель. Гликоген в печени (1219 животных) определяли по методу Кемпа (Kemp, 1954), по которому концентрация гликогена определялась по стандартной кривой, выраженной в глюкозных эквивалентах. Гликоген дает такую же интенсивность окраски, как эквивалентное количество глюкозы. Полостной и подкожный жир полностью извлекался, взвешивался, вычислялся индекс упитанности полевок (отношение общего жира к весу тела). Содержание жира в организме определено у 859 животных.

Анализ данных литературы показывает, что между содержанием витаминов в организме млекопитающих и энергетическим обменом существует вполне определенная корреляция. Так, исследования, про-

веденные на ондатре (Шварц, Смирнов, Кротова, 1957), показали, что количество витамина А в организме молодых ондатр в течение всего лета оказывается на очень низком уровне. К осени этот показатель несколько увеличивается, а в течение зимнего времени происходит интенсивное накопление этого витамина. Весной же отмечается резкое уменьшение его содержания в печени.

Аналогичные данные были получены Н. Г. Соломоновым и Р. К. Захаровой (1967) у некоторых грызунов Центральной Якутии. По материалам этих авторов у всех изученных видов запасы витамина в печени оказались минимальными весной. Увеличение запасов витамина А происходило в сентябре — октябре, то есть после окончания размножения и линьки.

Таким образом, из этих материалов следует: 1) у молодых особей содержание витамина А в летний период понижено; 2) в осенне-зимний период отмечается повышение уровня содержания этого витамина; 3) весенний период характеризуется невысоким содержанием витамина А.

В настоящее время хорошо известно, что уровень метаболических процессов (удельное потребление кислорода) существенно выше у молодых животных, так как ростовые процессы и половое созревание требуют значительных энергетических затрат. В осенне-зимний период у млекопитающих отмечается приостановка ростовых процессов и полового созревания, что должно приводить к значительным снижениям энергетических затрат. Правда, снижение температуры окружающей среды вызывает возрастание теплопотерь в этот период, что приводит и к более высоким тратам энергии. Действительно, материалы Н. В. Башениной (1966), Н. Т. Шевченко (1968) показывают, что стандартный обмен у серых полевок зимой несколько выше, чем осенью. Однако у них отмечается снижение активности зимой. Поскольку активный обмен значительно выше стандартного, то снижение активности зимой может приводить и к существенному снижению суммарного энергообмена даже при увеличении стандартного обмена, то есть мы здесь встречаемся с ситуацией, подобной той, которая обнаружена у землероек-бурозубок. У этих зверьков зимняя потеря веса приводит к заметному снижению абсолютных энергетических потребностей, хотя уменьшение веса тела может вызвать и увеличение относительного расхода энергии (Межжедин, 1964; Gebczynski, 1965).

Следовательно, приостановка ростовых процессов, полового созревания и снижение активности в зимний период могут приводить к существенным снижениям энергетического обмена у общественной полевки. Наконец, весенний период характеризуется у мелких грызунов повторной волной роста, половым созреванием и началом размножения, а также повышением двигательной активности — все это приводит к существенным тратам энергии.

Таким образом, можно предполагать, что повышенные траты энергии у мелких млекопитающих существенным образом отражаются на динамике энергетических резервов, на содержании витаминов. Рассмотрим с этих позиций материалы, которые были получены в наших исследованиях.

Анализ содержания витамина А в печени общественной полевки (Золотухина, 1972) показал, что период наиболее высокого уровня содержания этого витамина совпадает с периодом пониженного энергообмена, то есть осенью и в начале зимнего периода. И это имеет место тогда, когда количество витаминных кормов заметно снижается. Напротив, весной и летом, когда в популяциях происходит размножение, отмечается существенное снижение содержания этого витамина в организме животных, хотя содержание его в зеленом корме велико.

Приведенные выше рассуждения, естественно, не отрицают того факта, что на содержание витамина А существенным образом может

влиять корм. Так, исследования, проведенные на зверьках из естественных популяций и лабораторной колонии, показали, что существуют статистически достоверные различия в содержании витаминов у животных, обитающих на полях многолетних трав и зерновых культур, а также вскармливаемых различными кормами. Следует отметить, что эти факты не отрицают и предыдущих наших утверждений, поскольку сезонные тенденции здесь проявляются с теми же особенностями, то есть наблюдается увеличение содержания витамина А осенью и зимой и его снижение в весенний период.

Интересно также отметить, что сезонные содержания витамина А в печени общественной полевки неодинаково проявляются по сезонам в разные годы. Так же, как показатель упитанности у грызунов весьма зависит от условий существования зверьков и связан с уровнем обмена веществ и терморегуляцией животных (Калабухов, 1969; Золотухина, 1981), так и содержание витамина А связано с этими особенностями.

Исследование содержания токоферола (витамина Е) в печени полевок показало также наличие сезонных изменений этого показателя (Золотухина, 1972). Наивысшее содержание токоферола в печени характерно для лета, в период наиболее низкого уровня основного обмена. Причем витамина находится больше в организме молодых полевок, что, очевидно, связано с возрастанием потребностей в нем в период полового созревания. Большое значение при этом имеют условия питания. Минимальное содержание витамина Е зимой подтверждает положение об экзогенном происхождении резервов токоферола в организме животных и согласуется с данными, полученными другими авторами (Калабухов, 1967; Бондаренко, 1967).

Наши данные и данные, полученные другими исследователями (Калабухов и др., 1964, 1969; Weiser, Weihe, 1967), показали, что увеличение или уменьшение содержания витаминов в организме играет немаловажную роль в поддержании энергетического баланса. Однако в качестве основного энергетического материала используются гликоген и жир. Запасы гликогена создаются как в мышцах, так и в печени. В печени гликоген оказывается в наиболее доступной для мобилизации форме. Жир откладывается в основном под кожей, придавая ей эластичность и защищая организм от охлаждения. Он обладает высокой энергоемкостью, калорийность его вдвое выше по сравнению с гликогеном, но он вовлекается в обмен более сложным путем, чем гликоген. Поэтому запасы того и другого имеют несколько специфическое значение: жировые запасы долговременные и более компактные, заключающие больше энергии в малом весе, поэтому выгодные для животных, испытывающих длительный недостаток в кормах, а гликоген необходим для восполнения энергетических трат при кратковременных перерывах в питании.

Проведенные исследования по динамике энергетических резервов в организме общественных полевок показали, что в зимний период понижение температуры окружающей среды ведет к увеличению запасов гликогена в печени грызунов соответственно увеличению ее веса, а также к подкожному и внутриполостному жиroadобразованию. Индекс упитанности полевок в этот период самый высокий. Весной (апрель) содержание гликогена и жира в организме несколько снижается, оставаясь почти на одном уровне с зимним. Летом (июль) происходит значительное снижение энергорезервов у полевок, что связано с размножением (Емельянов, Золотухина, 1975; Золотухина, 1978, 1981).

Таким образом, на основе изучения количественного содержания витаминов А и Е, гликогена и жира в организме общественных полевок нами показано, что осенне-зимний сезон и период интенсивного размножения являются переломными моментами в жизни грызунов. В это время различия по указанному показателю между внутрипопуляционными группами становятся особенно резко выраженными и существенно отражаются на выживаемости. Биохимические приспособления (перестройка

углеводного, жирового обмена и т. д.) оказываются энергетически более выгодными по сравнению с морфофункциональными, что является одним из путей адаптации животных к поддержанию оптимального энергетического баланса, обеспечивающего существование популяций.

- Башенина Н. В. О сезонных изменениях химической терморегуляции полевков.— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы, отд-ние биологии. 1966, 71, вып. 3, с. 27—40.
- Бондаренко А. Д. Сезонные колебания содержания витамина Е (токоферола) в организме разных видов грызунов и растениях, служащих им пищей.— В кн.: Материалы к III Всесоюз. совещ. по экологической физиологии, биохимии и морфологии. Новосибирск, 1967, с. 86—87.
- Емельянов И. Г., Золотухина С. И. Динамика морфо-физиологических признаков и содержания гликогена в печени у общественных полевков (*Microtus socialis* Pall).— Вестн. зоологии, 1975, № 4, с. 45—50.
- Золотухина С. И. Динамика содержания витаминов А и Е в печени некоторых видов грызунов юга Украины.— Экология, 1972, № 5, с. 100—102.
- Золотухина С. И. Динамика содержания гликогена в печени серых полевков.— Экология, 1978, № 2, с. 102—105.
- Золотухина С. И. Сезонные и экосистемные различия в содержании липидов у общественной полевки.— Вестн. зоологии, 1981, № 4, с. 57—61.
- Калабухов Н. И. Сохранение энергетического баланса организма как основа процесса адаптации.— Журн. общ. биологии, 1946, 7, № 6, с. 417—433.
- Калабухов Н. И. Колебания содержания витаминов Е (токоферола) в организме млекопитающих, как фактор регуляции физиологических функций.— В кн.: Общие вопросы физиологии адаптаций. Новосибирск, 1967, с. 23—26.
- Калабухов Н. И. Периодические изменения в организме грызунов.— Л.: Наука, 1969.— 249 с.
- Межжерин В. А. Явление Денеля и его возможное объяснение.— *Acta theriologica*, 1964, 8, № 6, с. 95—114.
- Соломонов Н. Г., Захарова Р. К. К вопросу о содержании витамина А в печени некоторых грызунов Центральной Якутии.— В кн.: Видовые и природно-климатические адаптации организма животных.: Реф. докл. Новосибирск, 1967, с. 119—121.
- Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных.— Тр. Ин-та экологии растений и животных УФАН СССР, 1968, вып. 58.— 388 с.
- Шварц С. С., Смирнов В. С., Кротова Л. Г. Некоторые закономерности накопления витамина А у ондатры в природных условиях.— Изв. АН СССР. Сер. биологии, 1957, № 3, с. 343—351.
- Шевченко Н. Т. Сезонные изменения обмена веществ и некоторых гематологических показателей у серой полевки (*Microtus arvalis* Pall) в условиях Украины.— Вестн. зоологии, 1968, № 3, с. 33—36.
- Gebczynski M. Seasonal and Age Changes in the Metabolism and Activity of *Sorex araneus* Linnaeus 1758.— *Acta theriologica*, 1965, 10, N 22, p. 303—331.
- Green I. The determination of Tocopherols in Oils, Foods and Feeding Staffs.— *Analyst*, 1959, 84, N 1/6, p. 356.
- Kemp A., Kils A. A colorimetric micro-method for the determination of glicogen in tissues.— *J. biochemical*, 1954, 56, N 4.
- Weiser E. H., Weihe W. H. Effect of cold on the vitamin E requirement of rats.— *Nature*, 1967, 245, N 5109, p. 1512—1513.

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена  
АН УССР

Поступила в редакцию  
8.IV 1982 г.

## ЗАМЕТКИ

*Pontia graeconome* Klug, 1829 (Lepidoptera, Pieridae): первая находка в пределах СССР. Три самца и одна самка, определяемые как *P. graeconome iranica* (Bienert, 1870), были добыты А. Воротиловым в окрестностях пос. Карачаглы Красноводской обл. Туркменской ССР 28—29.VII 1981 (коллекция П. В. Казаряна, Баку). Два экземпляра из этой серии (самец и самка) любезно переданы П. В. Казаряном в Зоологический музей ЦНПМ АН УССР.— Ю. П. Некрутенко (Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена АН УССР, Киев).